

## POSITION DU TERMINATEUR DE LA LUNE

Lorsqu'on organise une observation de la Lune avec un groupe d'élèves, ceux-ci posent toujours des questions sur les cratères ou les reliefs qu'ils voient le mieux, c'est-à-dire ceux situés sur le terminateur.

Il est donc nécessaire de préparer cette observation et de faire chercher aux élèves la position du terminateur le jour de l'observation. Ils peuvent également se documenter à l'avance sur les caractéristiques des différents reliefs.

Le présent article propose de construire géométriquement la position du terminateur à un instant donné.

### RAPPELS

Lorsqu'on observe la partie éclairée de la Lune, on distingue le limbe (bord du disque lunaire), qui est un demi-cercle, et le terminateur (séparation entre la partie éclairée et la partie dans l'ombre), qui est en général une demi-ellipse sauf à la Pleine Lune où c'est un demi-cercle (confondu avec le limbe) et aux Quartiers (PQ et DQ) où c'est un segment de droite.

La Lune présente toujours la même face vers la Terre car son axe de rotation est pratiquement perpendiculaire au plan de son orbite autour de la Terre, et sa période de rotation est égale à sa période sidérale de révolution (27,32 j). Mais du fait que l'axe de rotation n'est pas parfaitement perpendiculaire au plan de son orbite (il fait un angle de  $6,68^\circ$  avec la perpendiculaire au plan de son orbite), on aperçoit tantôt un peu plus de la région Nord et tantôt un peu plus de la région Sud. C'est la libration en latitude.

De plus, l'orbite de la Lune étant une ellipse (première loi de Kepler), d'après la loi des aires (deuxième loi de Kepler) son mouvement n'est pas uniforme et donc au cours d'une révolution on aperçoit tantôt un peu plus du bord Est et tantôt un peu plus du bord Ouest. C'est la libration en longitude.

### PRINCIPE

Dans la construction ci-dessous, on ne tiendra pas compte des librations (phénomènes de faible amplitude).

Au cours d'une lunaison (période synodique de révolution : 29,5 j) la direction Terre - Lune tourne de  $360^\circ$  dans le sens direct par rapport à la direction Terre - Soleil ("direction" au sens de l'astronomie, et non de la géométrie) (Fig. 1)

On observe le même phénomène (même éclairage de la Lune) en faisant tourner la direction Terre - Soleil de  $360^\circ$  dans le sens rétrograde en une lunaison. On admettra la distance Terre - Soleil très grande devant la distance Terre - Lune (Fig. 2).

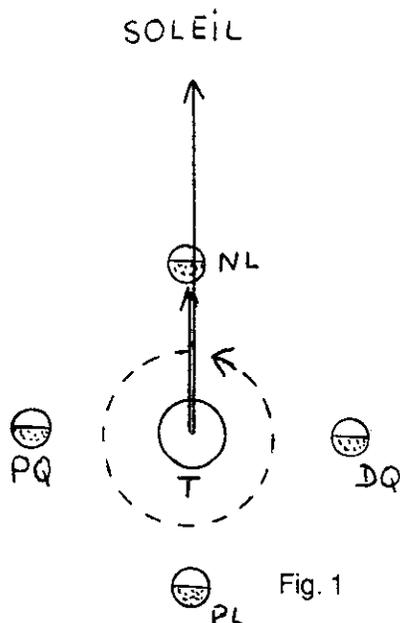


Fig. 1

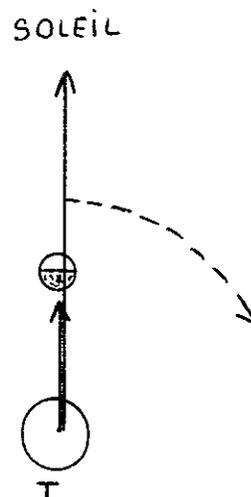


Fig. 2

Supposons que l'on veuille observer la Lune quatre jours après la Nouvelle Lune. Le Soleil aura tourné d'un angle  $\alpha$  tel que :  $\alpha \Rightarrow 4 \text{ j}$  et  $360^\circ \Rightarrow 29,5 \text{ j}$  ; d'où  $\alpha = [360 \times 4] / 29,5 = 48,8^\circ$ .

Il est alors possible de (Fig. 3) :

- construire les directions Terre - Lune et Terre - Soleil,
- tracer le terminateur perpendiculaire aux rayons solaires,
- repérer les parties de la Lune éclairées et dans l'ombre (grisées),
- repérer la partie visible depuis la Terre (entre les repères A et B).

Si on regarde de plus près la Lune (Fig. 4), on constate que :

- $P_N$  est le pôle Nord de la Lune,
- B est sur l'équateur et sur le limbe (partie éclairée visible depuis la Terre).
- le segment  $P_N C$  représente la partie du terminateur visible depuis la Terre.

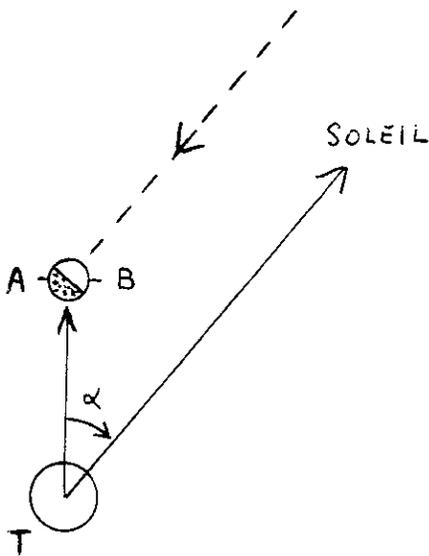


Fig. 3

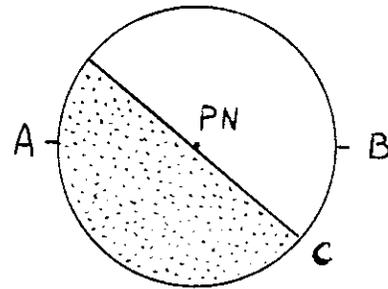


Fig. 4

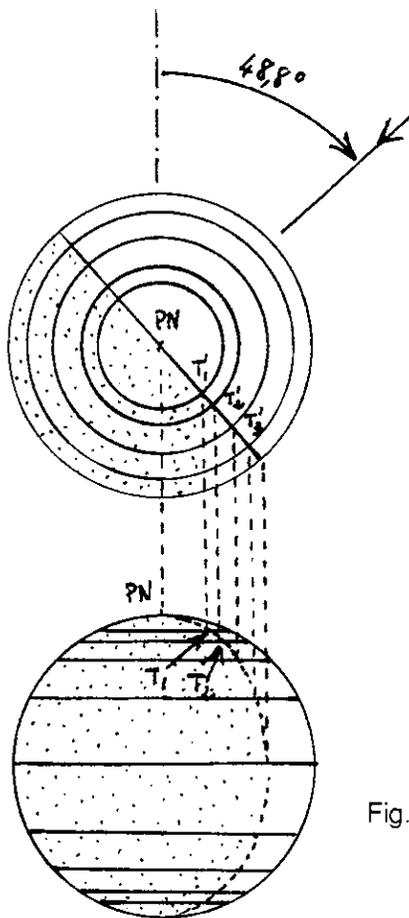


Fig. 5

Quand on regarde la Lune depuis la Terre, on n'est pas placé au-dessus du pôle Nord de la Lune, mais pratiquement dans le plan de l'équateur lunaire. Les parallèles sont donc vus pratiquement sous forme de segments de droite.

#### CONSTRUCTION (Fig. 5)

On trace des parallèles centrés sur  $P_N$ . Les points d'intersection ( $T'_1, T'_2, \dots$ ) de ces parallèles avec le terminateur seront projetés sur les parallèles correspondants tels qu'ils sont vus depuis la Terre. On obtient les points  $T_1, T_2, \dots$

En joignant ces points, on obtient la trace du terminateur dans l'hémisphère Nord et par symétrie dans l'hémisphère Sud.

Si ce travail a été fait sur un calque, il suffit de placer celui-ci sur une carte de la Lune de même diamètre pour repérer les cratères situés au voisinage du terminateur.

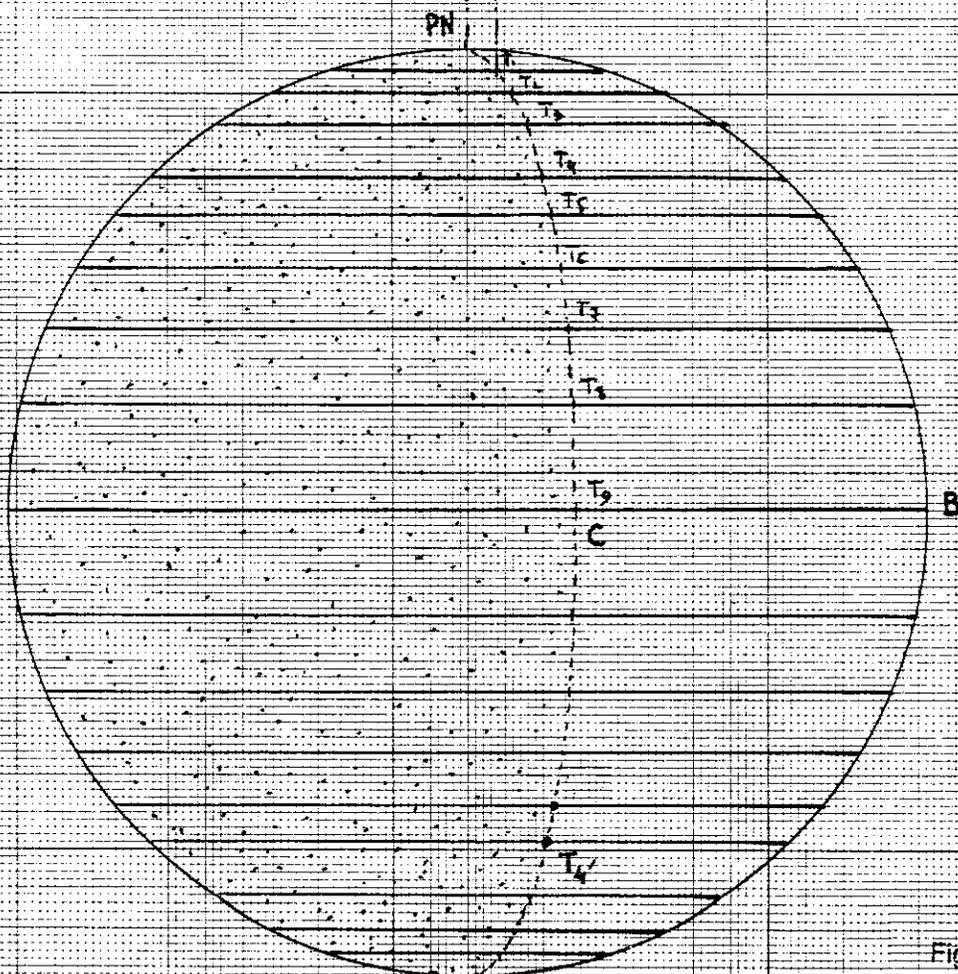
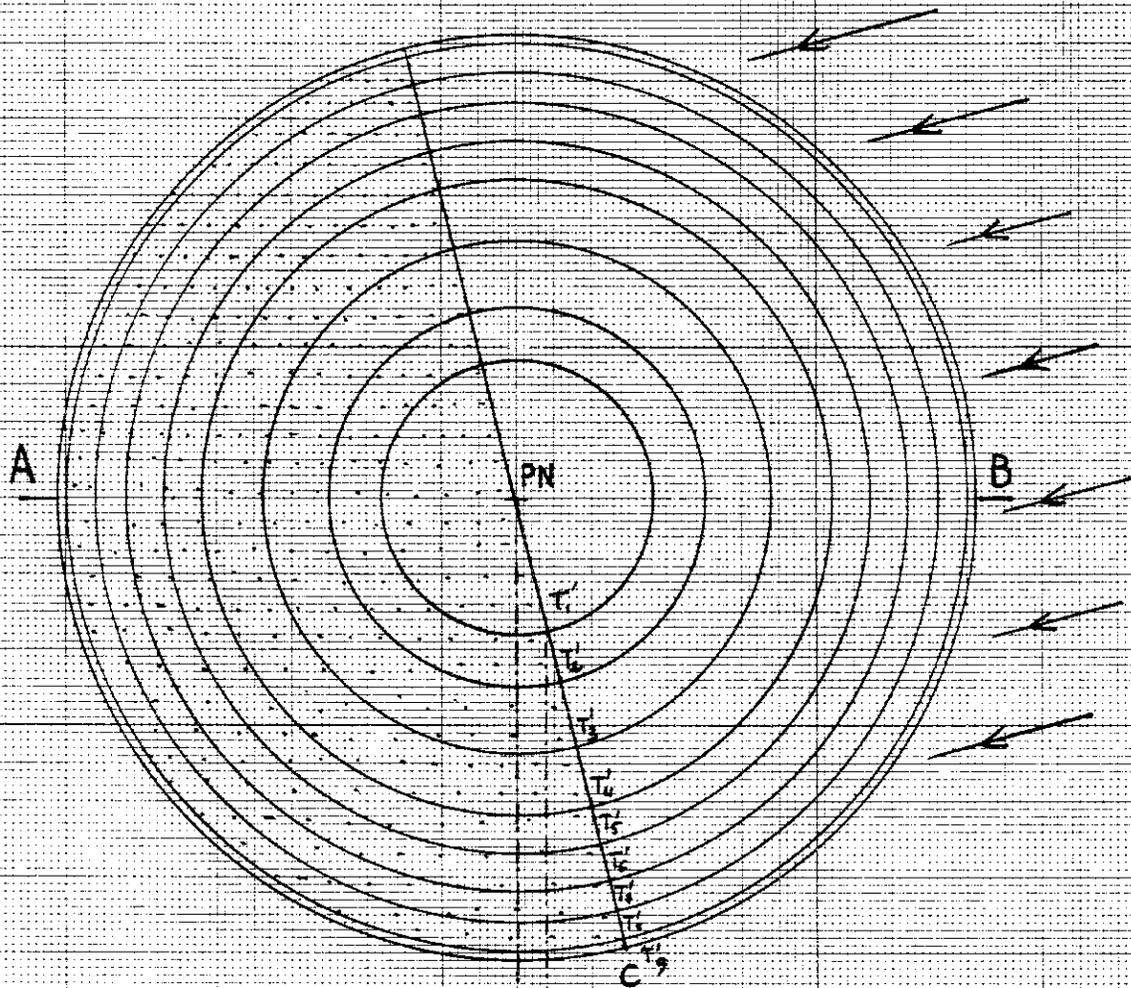


Fig. 6

Exemple : détermination de la position du terminateur le 21 avril 1991 à 3h 06min heure légale (c'est un week-end), soit 1h 06min TU. Quel est le temps  $t$  qui s'est écoulé depuis la dernière Nouvelle Lune (14 avril 1991 à 19 h 38 min TU) ?

$$t = 6j 05h 28min = 6,2277 j$$

L'angle  $\alpha$  dont a tourné la direction Terre - Soleil est donc :

$$\alpha = [360 \times 6,2277] / 29,5 = 76^\circ$$

D'où la construction de la figure 6 :

- tracé du terminateur (perpendiculaire aux rayons solaires),
- obtention des points  $T'_1, T'_2, \dots, T'_9$ ,
- projection de ces points sur les parallèles correspondants  $\Rightarrow T_1, T_2, \dots, T_9$ .

*Remarque : on peut tracer directement le terminateur car il fait un angle  $\alpha$  avec le segment AB.*

Il suffit alors de reproduire la position du terminateur sur un transparent et de placer celui-ci sur la carte de la Lune (Fig. 7). Cette carte a été tirée de "Lune, Vénus et Mars", collection "Approche de la Nature", Gründ, ouvrage peu onéreux qui donne une cartographie détaillée de la Lune.

On constatera que le symétrique du point  $T_4$  (dans l'hémisphère sud) est situé à la base de la case 66 de la carte. Il est en fait situé dans le cratère ... CLAIRAUT.

Citons l'éditeur de la carte : "*Alexis Clairaut 1713 - 1765 mathématicien, géodésien et astronome français de premier plan (et l'éditeur ne connaissait pas les Cahiers du même nom !), son nom a été donné à un cirque de 75 km de diamètre dont la muraille est interrompue au sud par deux petits cirques*".

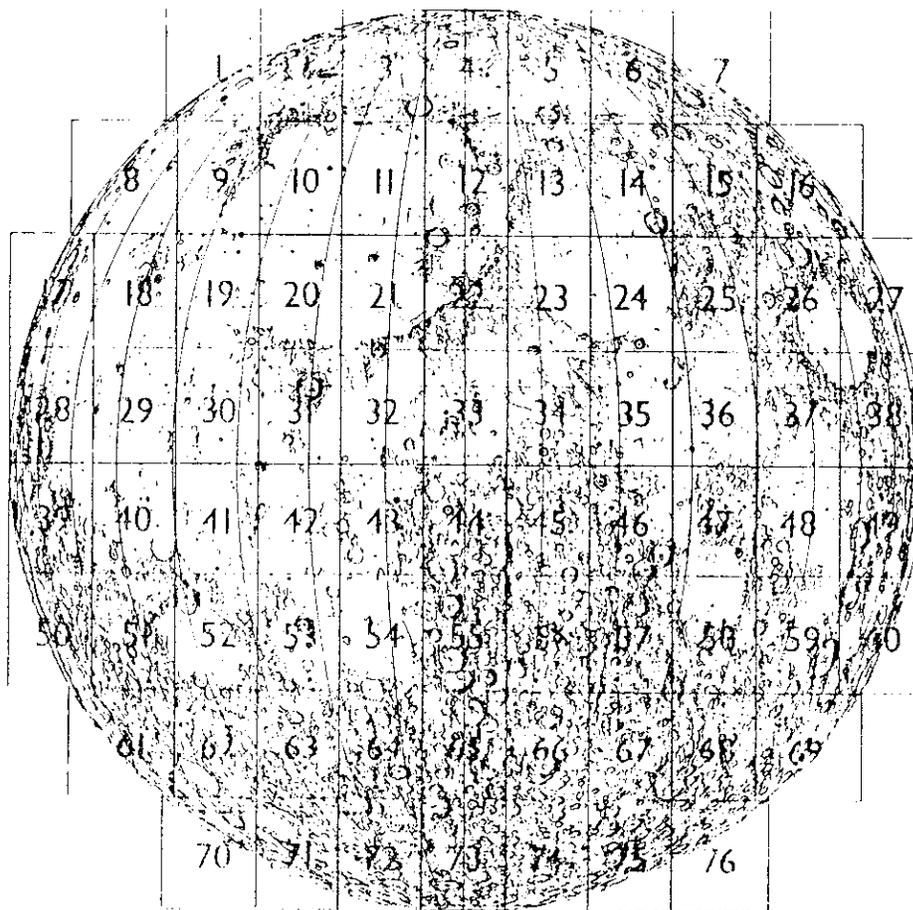


Fig. 7

**Librations** : Les puristes peuvent essayer de tenir compte des phénomènes de libration. Les éphémérides donnent les longitudes ( $\lambda$  ou  $l$ ) et les latitudes ( $\beta$  ou  $b$ ) sélénographiques de la Terre, c'est-à-dire du point central observé à un instant donné. Les longitudes sélénographiques sont comptées positivement vers l'Est de la Lune (Ouest géocentrique), c'est-à-dire vers la Mer des Crises. Les latitudes sélénographiques sont comptées positivement vers le Nord de la Lune (vers la Mer des Pluies).

Donc, si  $\beta > 0$ , on voit un peu plus de la région Nord ; si  $\lambda > 0$ , on voit un peu plus de la région Est de la Lune, donc vers la Mer des Crises. Pour 1991 les valeurs extrêmes sont :

$$-7,73^\circ \leq \lambda \leq +7,52^\circ \quad -6,80^\circ \leq \beta \leq +6,86^\circ$$

Le 21 avril 1991 :  $\lambda = +3,18^\circ$  et  $\beta = +0,11^\circ$ .

Pour la carte reproduite dans le présent article,  $6^\circ$  représentent un déplacement de 6 mm au niveau de la case 33 et 3 mm pour la case 15.

Avec des élèves, il est préférable d'effectuer la démarche inverse : constater que l'observation ne concorde pas avec le tracé et donc introduire le phénomène de libration. Supposons que la construction prévoie que le terminateur passe par un cratère. Au moment de l'observation, si  $\lambda > 0$  ce cratère sera dans l'ombre et si  $\lambda < 0$  il sera déjà éclairé. Evidemment il faut que  $|\alpha| \approx 3$  à  $6^\circ$ . Sinon, les erreurs de construction risquent de compenser le phénomène.

Jean Ripert

\*\*\*\*\*

**Rubrique** : Au petit curieux - Optique curieuse

### Et rata

Dans la rubrique du précédent numéro, il y a eu un raté. Notre dessinateur a affublé son héros de 2 mains gauches. Simple effet curieux d'optique.

### Note à benêts

Si vous avez eu des difficultés pour mettre en évidence le phénomène décrit dans le numéro 52, prenez le vol AF97 pour Santiago. En effet, l'appareil est équipé de téléviseurs vous donnant à tout instant la position de l'avion au-dessus de l'océan et le café est servi avec une cuillère en plastique qui convient parfaitement bien à l'expérience.

Vous aurez une dizaine d'heures pour trouver la bonne fréquence.

